

解説

世界が認めた

最も効果的な推進力伝達方法として 普遍的に活用されている センプラカーブ推進システム

NO-DIG 94 AWARD WINNER

にしだ ひろはる
西田 広治

機動建設工業(株)
取締役常務執行役員



1 はじめに

NO-DIG AWARD は、非開削工法分野の技術に授与されるもので、これまでに様々な日本の企業や団体が受賞しています。いずれの技術も、「世界が認めた最高水準の推進技術」として、我が国の推進工法に幅広く使用されています。その中の一つである「センプラカーブ推進システム」も、曲線施工における推進力伝達に欠かせない方法として、ご活用いただいております。

写真-1は、(株)日本下水道管渠推進技術協会会長でもあった当社の故木村宏一元会長が Curved Pipejacking System (センプラカーブ推進システム) でNO-DIG 94 AWARDを受賞されたこと

きのものです。写真-2は、授賞式後のJSTT日本非開削技術協会ブースでの一コマです。

本稿では、「センプラカーブ推進システム」がNO-DIG AWARDを受賞した経緯について執筆する機会をいただきました。すでに20年近く経過しており記憶も不確かですが、資料をもとに開発から受賞までの過程などを記したいと思います。

2 曲線推進工法の変遷

海外から日本の推進技術を視察に来られる方々は多数いらっしゃいますが、最近、曲線推進の施工例を紹介した際、異なる機関の方々から、「まっすぐな管

を曲げて推進できるわけがない」という疑問をいただいたことがありました。今では、ごく当たり前のように曲線推進が設計されていますが、初期の曲線施工は、前述の疑問と同じように、手探りの状態で始まったようです。

2.1 最初の曲線推進

当社における最初の曲線推進は、昭和40年(1965年)に熊本市で施工された事例があります。その内容は、内径1,200mmのヒューム管を5スパン計L=221.5m推進する工事において、推進路線途中に電話地中線のマンホールがあり、このマンホールを回避(横に約1m)するために、発進～到達立坑間の推進ラインを曲線半径R=79mの円弧状で推進したものです。この事例は設計段階から曲線推進を意図して計画した最初の施工でした。

当時はまだ推進管の規格が無く、B型管という両端部に段落ち部(リベート)の無い管が使用されており、管の接続には、カラー部を外に出した外継輪、またはカラー部を管内側にした内継輪が用いられていました。羽根板は、継輪が前後に移動することを防止するためのフランジに相当するものであり、図-1に示すように4～10枚程度の鉄



写真-1 NO-DIG 94 AWARD 受賞式



写真-2 NO-DIG 95 ドレスデン
JSTT日本非開削技術協会のブース

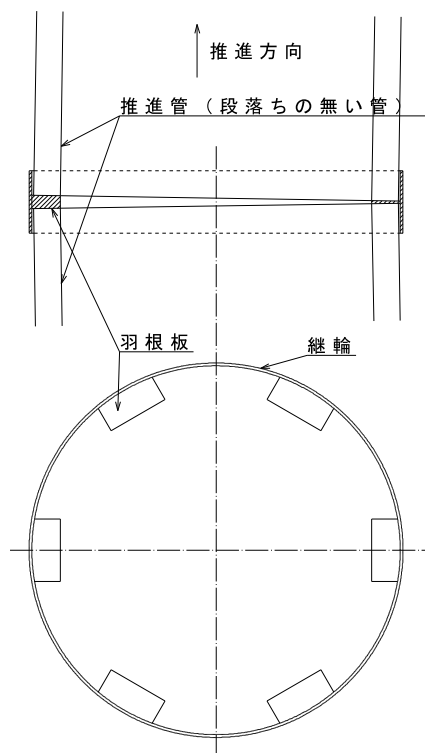


図-1 羽根継輪

図-2 手書きの曲線推進理論文書

No. 6...

2 曲線はどうして造成されるか

(1) 掘削初期

管が曲線中を推進される場合、地盤は管外径より水平方向に広く掘削になり、管が通過できない。この掘削の大きさは次の式で与えられる。

$$S = r - \sqrt{r^2 - (\frac{L}{2})^2}$$

ここに r : 曲線半径 (内側の)
 L : 管1本の長さ (2.43m)

$L = 2.43m$ において
 の各種 r に対する S
 の値は次のとおり

表-3 掘削の長さ (単位 mm)

r (m)	25	50	75	100	150	200
mS (mm)	29	15	10	8	5	4

板を継輪に溶接していました。実施工では曲線半径に合わせて羽根板の厚みを変えるという方法を用い、左右で約36mmの差を設けました。

この曲線推進は発進から到達まで単一円弧上の推進でしたが、その後の曲線推進でも推進管接続部に鋼製のくさび(キャンバー)等を挿入して施工する事例が増え、左右の目地開きの差を適切に保持することによって折れ線形状の曲線を形成できることが実証されました。

2.2 曲線推進の理論化

その後、昭和43年(1968年)には、三鷹市で内径1,800mm、推進延長 $L = 116.6m$ の推進工事において、直線から曲線(曲線半径 $R = 700m$ 、曲線長 $CL = 20m$)、そして再び直線になる曲線推進を施工しました。以降、昭和50年初頭までに刃口式で20箇所程度

の施工実績ができました。この実績を基に、昭和51年(1976年)7月に、社内で「ヒューム管の曲線推進の理論と実際」(図-2)が記されました。その内容は①曲線半径はどこまで取れるか②曲線はどうして造成されるか(掘削掘削、曲線推進に伴う目地開口長の造成と保持)③曲線における推進抵抗④曲線推進の実際⑤測設、といったもので、この文書により、社内での曲線推進の設計手法と施工方法が確立されました。この文書に記載されている内容は現在の曲線推進設計の基本型にもなっています。

2.3 推進力伝達方法の変遷

現在の曲線推進の計画では、掘進方法の検討(掘進機の曲線造成能力検証、掘削掘削量の検討など)と推進管列の検討(推進管の選定、推進力伝達材の

選定、推進管強度の検証など)を行います。後者の推進管列の検討は、「許容範囲内の目地開き(許容開口長)を保持しつつ、推進管に過大な負荷をかけることなく適切な推進力を伝達し到達する」ことで、管路としての性能と品質を確保するために行うものです。

ただし、昭和50年当時は、推進力の伝達方法について明確に定まったものがなく、以下に記す様々な方法が試みられていました。

(1) くさびの挿入

初の曲線施工から昭和50年代半ばまでは、開口調整材に木製や鋼製のくさび(キャンバー)が用いられていました。また、鉄板を組み合わせることで開口長を調整する方法や曲線から直線に戻るときに調整材を撤去できる方法なども考案されました。しかしながら、くさびでは